

关于记忆的生理机制的几个问题

曹 日 昌

关于记忆的生理机制,生理心理学上进行了大量的研究^[1]。最早开始进行的是记忆在大脑中的机能定位的研究。关于记忆的机能定位理论,可以追溯到脑相学。但脑相学者的多数设想,缺乏严格的事实根据,对记忆的生理机制问题,没有留下多少科学遗产。从前一世纪末期起,特别是本世纪中,生理心理学家应用切除、电刺激等方法进行了大量的研究。由于绝大多数的研究是在动物身上进行的,对于解答人的记忆的机能定位问题,进展也不很大。近些年来神经外科学家在为癫痫病人施行手术治疗,用电极刺激病人大脑皮层寻找病灶时,时常观察到,在刺激到颞叶一定部位时,有时引起患者极鲜明的对往事的回忆^[2]。这种发现经过许多人证实,因之记忆与颞叶具有密切关系的学说已为多数学者所接受,有的解剖学教科书上也把颞叶中下部的一定区域定为记忆区^[3]。

形成记忆时脑子里究竟发生什么样的变化呢?在前一世纪有人提出一种学说,认为在学习活动中大脑里有关的神经细胞间的接触状态发生变化,使神经冲动容易通过,形成联系,这就是记忆的生理基础。这种学说原来只是一种设想,但现代组织学的实验观察证明,在培养液中培养的细胞,有时变形,

生出新的突起。在不断接受刺激、经较长时间的活动之后,神经纤维可以变得粗些,树突和轴突的末梢分枝会变得更为密集,更为交错,正和突触变化学说所设想的相似,这给了这种学说以有力的证据^[4]。

近年来由于分子生物学的发展,记忆和神经细胞内的物质分子运动变化的关系成了研究的课题。有人用动物进行实验,在人工促使动物发生癫痫之后,在大脑皮层上病灶的细胞内发现有大量核糖核酸^[5]。有人给正常的动物注射促进或延滞核糖核酸代谢的药物,观察到药物对动物条件反射建立的速度具有确定的影响^[6],还有人报告,给记忆缺损患者和健忘老年人使用促进核糖核酸代谢的药物,对患者和老年人的记忆的改善也有一时的效果^[7]。许多生理心理学家认为记忆保持和核糖核酸的代谢具有密切的关系,有人怀疑核糖核酸的代谢对记忆形成的作用,但很少人反对记忆应当有细胞内物质分子运动变化的基础。

很显然,上述几种学说对于记忆的生理机制所提供的解释的水平是不同的。颞叶学说企图说明的是记忆的生理机制所在的大脑中的部位,是一种区域定位的学说。突触状态变化学说企图以细胞形态上的变化说明记

忆的生理基础，是一种细胞学说。核糖核酸学说把记忆的生理基础归之于神经细胞内物质分子的变化，是一种分子学说。从大脑皮层定位、突触状态变化到细胞物质分子变化，显然是对记忆生理机制研究的逐步深入。只有深入到细胞内物质分子的组成和运动变化，才有可能说明神经组织如何成为经验的负载者，所以分子学说的提出是对记忆的生理机制的研究上一个重大的进展。

颞叶、突触、分子三种学说提供的说明的水平不同，因之三种学说不一定是互相排斥的，但它们之间仍然是有矛盾的。对于记忆的形成、保持与恢复过程中的各种矛盾，三种学说也都还需要进行研究。

一、局部与整体

人在进行一项活动时，大脑里参与活动的常不只限于一个部位。例如我要记诵“人民解放军占领南京”这首诗。我眼睛看着诗句，嘴里诵读，这时在我的脑子里枕叶的视觉区和颞叶的言语运动区都要参与活动。在我对这首诗熟记之后，我能随时把它背诵出来，言语运动区也必须参与活动。细胞学说和分子学说认为在形成记忆时脑子里的变化是发生在参与活动的神经细胞间或细胞内，如诵读诗句时的视觉区和言语运动区。颞叶学说认为颞叶的一定部位是专司记忆保持机能的。在这里，颞叶学说和细胞学说以及分子学说是相矛盾的。

颞叶、细胞和分子三种学说都要处理人脑活动中的局部与整体的矛盾问题。颞叶学说认为颞叶的一定部位是记忆的存储机制，好象录音机的胶带一样。其实，直接的观察材料，还不能完全证明这一点。刺激颞叶的一定部位引起诱发回忆，颞叶的这一部位可能是存储机制，也可能是“诱发”部位。诱发

部位受到刺激，再引起另外的存储机制的活动，发生诱发记忆。要确定颞叶是不是存储场所，还需要旁证。在形成记忆时，直接参与活动的细胞内的变化，如何转移到颞叶，在颞叶存储起来，是颞叶学说需要解决的问题。也就是说，颞叶学说还需要解决颞叶一定部位的机能和大脑其他部位的活动的关系问题。

细胞学说和分子学说都要解决变化范围的问题。人记忆一事物所涉及的组织，其范围比一个癫痫病灶要大得多。那么，在形成记忆时有关的神经细胞间或细胞内的变化，涉及的范围是怎样的呢？对任何一件事物的记忆都包括感知、联系和活动三个环节，在这三个环节所涉及到的神经细胞是否都有突触状态或核糖核酸代谢的变化呢？各部分的细胞若都有变化，变化又是否相同呢？直接参与三个环节的活动的神经细胞的机能又都是受大脑其他许多部位的机能状态所制约的。例如我们经历过的事情，时常在一些情况下记得起来，在另一些情况下又记不起来。和这些经验直接有关的神经细胞的变化和对它们有影响的其他部位的状态又是什么关系呢？人的大脑是一个整体，具有在结构上和机能上各部分高度分化的整体。整个大脑的机能状态对任何一项心理状态都有决定的影响，大脑又不是作为一个混然的整体活动的，在一项心理活动中，大脑的各部分活动的情况是不同的；任何一部分又不是孤立的，也不能孤立地活动。关于记忆的生理机制的学说必须正确地理解大脑机能的整体与局部的辩证关系，正确地阐明作为记忆保持的核心部分和关联部分的关系，才能较完满地说明记忆现象。

二、稳定性与可塑性

在心理学上常形象地把人形成记忆时脑子里发生的变化叫做记忆痕迹。记忆痕迹必须有一定的稳定性，人才能记住过去的经验；又必须有一定的可塑性，才可说明经验的互相影响。细胞学说和分子学说都必须解决记忆痕迹的稳定性和可塑性的矛盾。人对任何经验的记忆都不是一成不变的，都可能更形巩固、深化、概括，也可能随着时间过去而削弱、遗忘。例如，我们经历了一件事，可能不久即行忘记；也可能因再行经历，理解了它的更多的意义，记忆内容变得更为丰富。在初次经历时，神经细胞间或细胞内所发生的变化，必须使以后的变化成为可能，并在一定程度上促进以后的变化。人的记忆对新经验的获得，本来有矛盾的两方面。旧记忆一方面是新记忆的基础，在对类似事物的学习中有正的迁移。在某一领域经验越多的人，越容易接受这一方面的新经验。另一方面，旧记忆的存在也可能妨碍新记忆的建立，使在学习中产生负的迁移。如一个人总受他的经验、习惯的限制，使他难于接受某些新经验。记忆的这种矛盾的特点，也一定有它的生理基础。细胞学说和分子学说都应当对记忆的这种矛盾特点给予生理学上的解释。阐明神经细胞间和细胞内的一定的变化，使一些变化以后更容易发生，使另一些变化比较难于发生。目前这两种学说比较容易说明记忆的稳定性，对于记忆痕迹的可塑性还难以给予圆满的解释。

核糖核酸是细胞体内代谢过程的产物。代谢过程是循环反复的、可逆性的。记忆痕迹虽然也有可逆性的一方面，如痕迹的建立、保持和恢复活动三个阶段就有一定程度的可逆性质，但它的主要特征是持久性。如果记忆的保持依赖于核糖核酸的代谢，就必须解

决代谢过程的可逆性和记忆痕迹的持久性的矛盾。在神经细胞活动时代谢过程高涨期内产生的核糖核酸必须使由之形成的蛋白质具有持久的新获得的某种性能，才能成为稳定的记忆的生理基础。由于核糖核酸的不稳定性而脱氧核糖核酸具有高度的稳定性，也有人设想：可能记忆和遗传具有共同的机制，都是以脱氧核糖核酸为基础的。但这还缺乏直接的证据。我们相信，分子学说终究会解决代谢过程的可逆性和记忆痕迹持久性的矛盾。但解决持久性的机制问题的同时，必须考虑到可塑性的问题，正如遗传学在解决遗传机制问题的同时，也必须处理遗传和变异的矛盾一样。

三、结构与机能

关于记忆的生理机制的学说还应当解决神经组织如何负载记忆的特殊内容的问题。例如我记得国旗上有五颗金星，国歌的头一句是“起来，不愿做奴隶的人们。”大脑中的什么机制使我记得五颗的数量、金红的颜色和“起来”等词句呢？颞叶学说不企图解决这个问题。细胞学说只假定有的神经细胞或细胞组反映“五”这一数量，有的细胞或细胞组反映金的颜色，有的细胞或细胞组反映星这一形体，由于这些细胞的突触状态的变化，建立起神经冲动传导的通路，人就记得五颗金星了。至于一个或一组细胞如何成为一种数量的，另一些细胞或细胞组成为一种颜色或形象或一个字词的储存处所，突触变化学说是不能解释的。神经细胞负载不同的经验内容也一定有它的不同物质基础，将来有希望由对细胞内分子运动的研究中得到解答，正如恩格斯所预言的“终有一天我们一定可以用实验的方法把思维‘归结’为脑子中的分子的和化学的运动”^[8]。

大脑的神经细胞负载不同的经验内容，部分的是依靠细胞的分化，不同的细胞反映不同的客观情况。例如皮层不同感觉区的细胞分别反映外界不同的刺激。近来还有人观察到在视觉区的细胞中不同的细胞分别反应不同的原色(红、绿、蓝)刺激^[9]。脑电生理学的研究表明：有的细胞或细胞群只在刺激作用开始时有反应，刺激继续使用时，即停止活动；有的在刺激作用时没有活动，只在刺激作用停止时才有反应；有的则在刺激作用的整个期间都有活动^[10]。这或者就是反映外界刺激运动变化的机制。但显然这不是大脑反映外界情况的机制的唯一的、方式，例如不可能设想，靠分化不同的细胞分别反应不同的数量。因之必须有另外一种方式，那就是细胞分化的类型的数量不多，而形成各种可能的组合的数量极大，依不同的组合反映不同的客观情况。以有限的物质结构形态，由不同的组织结合表现丰富的内容变化，是物质运动形式发展的一个普遍规律。例如电视显相屏上以浓淡不同的点子，依不同组合显示千变万化的图象；仅以少数笔划的结合，写出成万的汉字。

受形而上学思想束缚的资产阶级学者，常由人脑结构的一定特点，错误地判断人脑的机能。例如有人根据人脑细胞的数目是有限的，细胞间联系的可能数量也是有限的，因而断定人的记忆思维都有极限，终有一天，人类的记忆思维都会达到“饱和”状态，思维中不会再有新东西，不是“重复”，就是“贫乏”^[11]。这是一种明显的资产阶级没落思想的表现，也是形而上学思想方法导致的错误推论。他不理解结构与机能的辩证关系。结构与机能是矛盾的两个方面，任何物体的结

构都是有限的，而其运动机能的表现总是更为丰富多采的。就人脑和心理活动的关系来说，不管人脑是多么高度复杂的物质组织，它的结构分化总是有限的，但它的基本功能是反映，反映的对象无穷，反映的机能也就是无限的。犹如汉字的笔划不多，可能构成的汉字的数量，也是有限的，但文字的功能是表达，用汉字可以表达的内容则是无限的。人的记忆的经验内容是客观事物，客观事物是无穷的，客观事物的发展是无限的，人的记忆的经验内容也就是无穷的、无限的。

依靠有限的脑内物质形态的组织结合上的变化，负载、储存人的记忆经验，正是细胞学说的一种基本假定，也是现代神经网络研究的理论前提。大脑细胞依靠突触状态的变化形成不同的联系，产生不同的心理活动，反映不同的客观现实。但是什么导致突触状态的变化？什么使一个细胞成为一个联系链条中的一环？可能这又都以细胞内部的分子运动变化为基础。解答这些问题，正是今后对细胞内分子运动研究的任务。

- [1] 徐秉炬，科学通报，1961年12月号，22—29页。
- [2] Penfield W. & Rasmussen T., *The Cerebral Cortex of Man*, Macmillan Co, 1957.
- [3] 王平等译，人体解剖学，高等教育出版社，483，1959。
- [4] Gerard R. W., *Brain Mechanisms and Learning*, Blackwell Scientific Publications, 21—35, 1961.
- [5] Morrell F., 同上，375—392。
- [6] Gerard R. W., *J. Verb. L. Verb. B.*, 2, 22—33 (1963),
- [7] Gaito J., *Psy. Rev.*, 70, 471—480 (1963).
- [8] 恩格斯，自然辩证法，人民出版社，207，1955。
- [9] Lennox-Buchthal M., 颜色视觉的中枢神经机制，1964年在中国医学科学院的学术报告。
- [10] Konorski J., *Brain Mechanisms and Learning*, 115—132, 1961.
- [11] Auger P., *New Scientists*, 23, 410(1964).